

w 149 /

Patent number: JP2000106356  
Publication date: 2000-04-11  
Inventor: TANAKA HIROSHI  
Applicant: MITSUBISHI ELECTRIC CORP  
Classification:  
- international: H01L21/306; H01L21/3065  
- european:  
Application number: JP19980275441 19980929  
Priority number(s):

[View INPADOC patent family](#)

---

#### Abstract of JP2000106356

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a method for manufacturing a semiconductor device and a semiconductor manufacturing apparatus, wherein etching finish point is set at high precision, even if an etching rate changes variously for high accuracy etching process with good reproducibility.

**SOLUTION:** A semiconductor wafer 1 is irradiated with a multiple wavelength light 9 from a light source 8a, and the intensity ratio of an interference light 10 generated by the reflected light from a front surface and the base material of a translucent film 1a is measured for measuring the film thickness of the translucent film 1a to predict the end point of etching. This task is repeated by varying the period for detecting etching end point.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-106356  
(P2000-106356A)

(43) 公開日 平成12年4月11日 (2000. 4. 11)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
H 0 1 L 21/306		H 0 1 L 21/306	U 5 F 0 0 4
21/3065		21/302	E 5 F 0 4 3

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平10-275441

(22) 出願日 平成10年9月29日 (1998. 9. 29)

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 田中 博司

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(74) 代理人 100102439

弁理士 宮田 金雄 (外2名)

Fターム(参考) 5F004 BB24 CB09 CB16 DB03 DB07

EA10

5F043 AA31 AA35 DD25 EE07 EE08

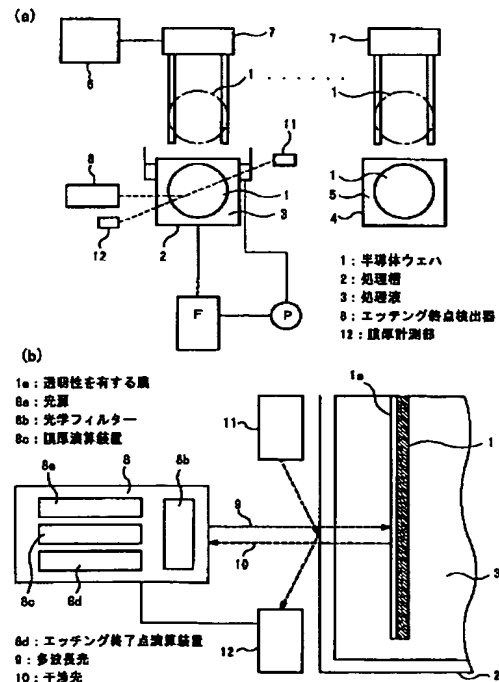
EE24 EE25 EE35

(54) 【発明の名称】 半導体装置の製造方法および半導体製造装置

(57) 【要約】

【課題】 エッチングレートが様々な変化してもエッチング終了点を高精度に設定することができ、高精度なエッチング処理を再現性良く行うことのできる半導体装置の製造方法及び半導体製造装置を提供する。

【解決手段】 光源8aから多波長光9を半導体ウエハ1に照射し、透光性を有する膜1aの表面と下地とからの反射光によって生じる干渉光10の強度比率を計測することにより、透光性を有する膜1aの膜厚を計測してエッチングの終了点を予測する。この作業を時間を変化させて繰り返し、エッチング終了点の検出を行う。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体ウエハを処理槽内の処理液中に浸漬することにより上記半導体ウエハ上の透光性を有する膜をエッチングする半導体装置の製造方法において、上記透光性を有する膜に多波長光を照射し、上記透光性を有する膜の表面と下地とからの反射光によって生じる干渉光の強度変化から、上記透光性を有する膜の膜厚を計測して上記透光性を有する膜のエッチング終了点の検出を行うようにしたことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項2】 半導体ウエハを回転させながら上記半導体ウエハ上に処理液を供給して上記半導体ウエハ上の透光性を有する膜をエッチングする半導体装置の製造方法において、上記半導体ウエハの回転速度に同期させて、上記透光性を有する膜に多波長光を照射し、上記透光性を有する膜の表面と下地とからの反射光によって生じる干渉光の強度変化から、上記透光性を有する膜の膜厚を計測して上記透光性を有する膜のエッチング終了点の検出を行うようにしたことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項3】 干渉光の強度変化から透光性を有する膜の膜厚を計測する際に、半導体ウエハ上の処理液を振り切って計測するようにしたことを特徴とする請求項2に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項4】 検出する干渉光の波長帯は、エッチング処理にかかる条件に応じて、あらかじめ複数の波長帯の組み合わせを設定しておき、さらに検出時において、検出条件の最良な波長帯を上記複数の波長帯から選出するようにしたことを特徴とする請求項1ないし3のいずれかに記載の半導体装置の製造方法。

【請求項5】 エッチング終了点の検出は、時間を変化させて繰り返し行うようにしたことを特徴とする請求項1ないし3のいずれかに記載の半導体装置の製造方法。

【請求項6】 処理槽の厚みを計測して、複数の波長帯の組み合わせを設定するようにしたことを特徴とする請求項4に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項7】 透光性を有する膜に多波長光を照射する光源と、上記透光性を有する膜の表面と下地とからの反射光によって生じる干渉光のうち、エッチング処理および検出にかかる条件により必要な波長帯を選出する光学フィルターと、上記干渉光の強度変化から検出時における上記透光性を有する膜の膜厚を計測する膜厚演算装置と、上記膜厚演算装置の検出膜厚と上記透光性を有する膜の初期膜厚とからエッチング終了点を検出するエッチング終了点演算装置と、を備えた半導体製造装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は半導体装置の製造方法および半導体製造装置に関し、特にエッチング処理方法および装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】半導体装置は半導体ウエハが種々の工程を経ることにより製造されるのであるが、その製造工程の中に半導体ウエハのウエットエッチング処理等の工程がある。昨今の半導体製造技術の微細化に対応して、エッチングの終点を高精度に再現させる技術は不可欠なものである。

【0003】図5(a)(b)は従来のウエットエッチング処理装置の構成を示す断面図であり、図5(b)は図5(a)の部分拡大図である。図5において、1は半導体ウエハ、1aは酸化膜や窒化膜などの透光性を有する膜、2は処理槽、3は処理槽2内の処理液、4は水洗槽、5は水洗槽4内の純水、6は搬送制御CPU、7は搬送アームである。さらに、Fは処理液3循環の際のフィルター、Pはポンプである。

【0004】次に、図5(a)の処理装置を使用して半導体ウエハ1上の透光性のある膜1aをエッチング処理する方法について説明する。まず透光性のある膜1aが形成されている半導体ウエハ1を搬送アーム7に把持して、処理槽2内の処理液3に投入する。このとき、搬送制御CPU6により半導体ウエハ1の投入時からの処理経過時間を測定する。

【0005】搬送制御CPU6が測定している処理経過時間が予め設定されている処理設定時間になった時点で、処理槽2内の半導体ウエハ1は搬送アーム7によって把持され、水洗槽4内の純水5に投入される。これにより、半導体ウエハ1の表面に付着していた処理液3は純水5に置換され、透光性を有する膜1aのエッチングは終了となる。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】従来のウエットエッチング処理装置および方法は以上のものであり、エッチングの終了点制御は処理時間を管理することで行っていた。このため、処理経過による処理液の劣化、エッチングされる膜の微細な初期膜厚および膜質の変動などによるエッチングレートの変化に充分な対応ができず、高精度で均一なエッチング処理ができないという問題点があった。

【0007】この発明は上記のような問題点を解消するためになされたもので、エッチングに関わる因子が様々な変化してもエッチング終了点を高精度に設定することができ、高精度なエッチング処理を再現性良く行うことのできるウエットエッチング処理装置およびエッチング方法を提供することを目的としている。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】この発明の請求項1に係る半導体装置の製造方法は、透光性を有する膜に多波長光を照射し、上記透光性を有する膜の表面と下地とからの反射光によって生じる干渉光の強度変化から、上記透光性を有する膜の膜厚を計測して上記透光性を有する膜

のエッチング終了点の検出を行うようにしたものである。

【0009】この発明の請求項2に係る半導体装置の製造方法は、半導体ウエハの回転速度に同期させて、記透光性を有する膜に多波長光を照射し、上記透光性を有する膜の表面と下地とからの反射光によって生じる干渉光の強度変化から、上記透光性を有する膜の膜厚を計測して上記透光性を有する膜のエッチング終了点の検出を行うようにしたものである。

【0010】この発明の請求項3に係る半導体装置の製造方法は、干渉光の強度変化から透光性を有する膜の膜厚を計測する際に、半導体ウエハ上の処理液を振り切って計測するようにしたものである。

【0011】この発明の請求項4に係る半導体装置の製造方法は、検出する干渉光の波長帯は、エッチング処理にかかる条件に応じて、あらかじめ複数の波長帯の組み合わせを設定しておき、さらに検出時において、検出条件の最良な波長帯を上記複数の波長帯から選出するようにしたものである。

【0012】この発明の請求項5に係る半導体装置の製造方法は、エッチング終了点の検出は、時間を変化させて繰り返し行うようにしたものである。

【0013】この発明の請求項6に係る半導体装置の製造方法は、処理槽の厚みを計測して、複数の波長帯の組み合わせを設定するようにしたものである。

【0014】この発明の請求項7に係る半導体製造装置は、透光性を有する膜に多波長光を照射する光源と、上記透光性を有する膜の表面と下地とからの反射光によって生じる干渉光のうち、エッチング処理および検出にかかる条件により必要な波長帯を選出する光学フィルターと、上記干渉光の強度変化から検出時における上記透光性を有する膜の膜厚を計測する膜厚演算装置と、上記膜厚演算装置の検出膜厚と上記透光性を有する膜の初期膜厚とからエッチング終了点を検出するエッチング終了点演算装置と、を備えるようにしたものである。

【0015】

【発明の実施の形態】実施の形態1. 図1はこの発明の一実施の形態のウェットエッチング処理装置の構成を示す断面図であり、図1(b)は図1(a)の部分拡大図である。図1において、1は半導体ウエハ、1aは酸化膜や窒化膜などの透光性を有する膜、2は処理槽、3は処理槽2内の処理液、4は水洗槽、5は水洗槽4内の純水、6は搬送制御CPU、7は搬送アーム、8はエッチング終了点検出器、8aは光源、8bは光学フィルター、8cは膜厚演算装置、8dはエッチング終了点演算装置、9は多波長光、10は干渉光である。さらに、Fは処理液3循環の際のフィルター、Pはポンプである。

【0016】次に、図1(a)の処理装置を使用して半導体ウエハ1上の透光性のある膜1aをエッチング処理する方法について説明する。まず透光性のある膜1aが

形成されている半導体ウエハ1を搬送アーム7に把持して、処理槽2内の処理液3に投入し、エッチング終了点検出器8を用いてエッチング終了点予測を開始する。

【0017】エッチング終了点検出器8は光源8a、光学フィルター8b、膜厚演算装置8cエッチング終了点演算装置8dから構成されている。ハロゲンランプなどの光源8aから多波長光9を半導体ウエハ1に照射し、透光性を有する膜1aの表面と下地とからの反射光によって生じる干渉光10の強度変化を計測する。ここで、この干渉光10は、光学フィルター8bを選択することによって、処理液3の種類、透光性を有する膜1aの材質、さらには処理槽2の材質と厚さなどに応じて、複数個選択されたものである。

【0018】図2はエッチング終了点の予測方法を示す図であり、膜厚が変化することにより変化する干渉光10の強度を電圧に変化させ、アナログ信号に置き換えたものである。図においてA1、A2、A3は干渉光10のうち3個を選択した組み合わせ例である。T1、T2、T3はその時点の膜厚を計測する作業タイミングである。

【0019】エッチング終了点予測はA1、A2、A3のどの干渉光10で行ってもよいのであるが、波の変化率の大きいもの、振幅の大きいもの、さらには波形が鮮明なもの、などがエッチング終了点予測を精度良く行えることから、これらの条件を考慮してそれぞれの作業タイミング時にA1、A2、A3のうちの最良な干渉光10の波を選べばよい。

【0020】まず、エッチング作業開始後、T1の作業タイミングでA1、A2、A3それぞれの強度比率から膜厚演算装置8cでT1時の膜厚を計測する。その後、エッチング終了点演算装置8dによりA1、A2、A3のうちいずれかの干渉光10の波長からエッチング終了点予測を行う。図2ではT1時にはA1の干渉光10からF1のエッチング終了点予測を行っている。エッチング時間の経過とともにエッチングレートは変化するので、エッチング終了点予測の精度は、エッチングの開始直後よりも終了に近いほど高くなる。

【0021】したがって、T2時に同様に、エッチング終了点予測の作業を行う。図2では、T2時にはA1の強度変化が鈍く低感度域となった事を受けて、A2の干渉光10からF2のエッチング終了点予測を行い、F1の補正を行う。更に、T3時には、A3の干渉光10からF3のエッチング終了点予測を行い、F2の補正を行う。この様に、同様の作業を繰り返して、エッチングが進行してゆくと、干渉光10の強度が弱くなり測定できなくなる。これはエッチングが終わりに近づきエッチングされている透光性を有する膜1aの膜厚が非常に薄くなったときであり、この時には、その前の作業タイミング時のエッチング終了点予測を使用して最終のエッチング終了点を決定する。

【0022】エッチング終点予測はA1, A2, A3のどの干渉光10で行ってもよいのであるが、波の変化率の大きいもの、振幅の大きいもの、さらには波形が鮮明なもの、などがエッチング終点予測を精度良く行えることから、これらの条件を考慮してそれぞれの作業タイミング時にA1, A2, A3のうちの最良な干渉光10の波を選べばよい。

【0023】エッチング終点検出器8で予測した最終のエッチング終点のタイミングになった時点で、処理槽2内の半導体ウエハ1を搬送アーム7によって把持し、水洗槽4内に投入する。これにより半導体ウエハ1の表面に付着していた処理液3は水洗槽4内の純水5によって置換され、透光性を有する膜1aのエッチングは終了となる。

【0024】この様に、複数の波長の干渉光の強度比率からその時点の膜厚を計測する作業を繰り返し、エッチングの終点予測を補正しているため、エッチングの終了点を高精度に決定することができ、高精度のエッチングを行うことができる。

【0025】また、この場合、干渉光10の波長光を3個選択してエッチング終点予測を行ったが、これに限ることなく1個でよい場合もあるし3個以上必要な場合もある。また、干渉光10の波長の選び方としては、処理液3の種類および透光性を有する膜1aの材質、さらには処理槽2の材質と厚さなどに応じる事は前述したが、それぞれが整数倍の関係にならない組み合わせを選択するのが良い。更には、膜厚を計測する作業タイミングが3回の場合について説明したが、3回に限ることなく、作業タイミングの回数が多いほど、エッチングレートの変化をより高精度に補正することができ、エッチング終点予測は高精度となる。

【0026】実施の形態2。実施の形態1では半導体ウエハ1上の透光性を有する膜1aのみがエッチングされる場合について説明したが、ここでは透光性を有する膜1aと同時に処理槽2が処理液3によってエッチングされる場合について説明する。図1において、11は処理槽3へ光照射するための光源、12は処理槽3から反射した干渉光を受けて処理槽3の厚みを計測する計測部である。

【0027】例えば石英からなる処理槽2にフッ酸やバッファードフッ酸などの処理液3を蓄えて、酸化膜などの透光性を有する膜1aをエッチングする場合、処理槽2の膜厚が変化し、その膜厚によっては選択した干渉光10が感度低下を起こす場合がある。これを防止するものとして、光源11から処理槽3に光照射を行い処理槽3からの干渉光を受けて計測部12で処理槽3の厚みを計測する。これをエッチング終点検出器8へ送り、透光性を有する膜1aのエッチング終点検出のための干渉光10の選択を行う。

【0028】図2において、例えば処理槽2がエッチン

グされ、処理槽2の膜厚が変化したために感度低下が予想される波長帯がCの場合、実施の形態1で選択したA1, A2, A3の組み合わせではA1に干渉してしまうことになる。したがって、波長帯Cの干渉を避けるために光学フィルター8bを変えて、B1, B2, B3の波長光を選び、実施の形態1と同様にしてエッチング終点予測を行えば、より高精度のエッチング終点検出ができる。

【0029】実施の形態3。上記実施の形態1および2では処理槽2中の処理液3に半導体ウエハ1を浸漬させる場合のエッチング終点の検出について説明を行ったが、ここでは半導体ウエハ1を回転させ、半導体ウエハ1の主面に処理液3を供給することによってエッチング処理を行う場合について説明を行う。

【0030】図3はこの発明の一実施の形態のウェットエッチング処理装置の構成を示す断面図である。図3において7aは半導体ウエハ1を搬送する搬送アーム、13は半導体ウエハ1を載置して保持し、回転させるステージ、14は処理液供給ノズル、15は純水供給ノズルであり、実施の形態1と同様のものについては同じ番号を付し、詳細な説明は省略する。

【0031】次に、図3の処理装置を使用して半導体ウエハ1上の透光性のある膜1aをエッチング処理する方法について説明する。まず、透光性のある膜1aが形成されている半導体ウエハ1を搬送アーム7aによって保持してステージ13上に載置する。ステージ13では半導体ウエハ1を保持して回転させ、処理液供給ノズルから処理液3を半導体ウエハ1上に供給してエッチング処理が開始される。

【0032】同時に、エッチング終点検出器8を用いてエッチング終点予測を開始する。光源8aから多波長光9を半導体ウエハ1に照射し、透光性を有する膜1aの表面と下地とからの反射光によって生じる干渉光10を計測する。このとき、干渉光10の計測は常に定点で行えるように、半導体ウエハ1の回転速度、つまりステージ13の回転速度に同期させて計測する。干渉光10は光学フィルター8bを選択することによって、処理液3の種類および透光性を有する膜1aの材質、さらには処理槽2の材質と厚さなどに応じて波長光を複数個選択する。

【0033】図4はエッチング終点の予測方法を示す図である。図においてD1, D2, D3は特定された波長の干渉光10を3個選択した組み合わせ例である。T4, T5, T6はその時点の膜厚を計測する作業タイミングである。実施の形態1と同様にして、まず、エッチング作業開始後、T4の作業タイミングで干渉光10のD1, D2, D3それぞれの強度比率から膜厚演算装置8cでT4時の膜厚を計測する。その後、D1, D2, D3のうちいずれかの干渉光10の波長からエッチング終点演算装置8dでエッチング終点予測を行う。図4で

はT4時にはD1の干渉光10からF4のエッチング終点予測を行う。同様にしてT5、T6時においてF5、F6のエッチング終点予測を行い、エッチング終点予測の補正を行っていき、最終のエッチング終点を決定する。

【0034】エッチング終点検出器8で予測した最終のエッチング終点のタイミングになった時点で、純水供給ノズル15から純水5を半導体ウエハ1上に供給する。これにより半導体ウエハ1の表面に付着していた処理液3は純水5によって置換され、透光性を有する膜1aのエッチングは終了となる。その後、半導体ウエハ1を高速回転させて乾燥させた後、搬送アーム7aによってステージ13上の半導体ウエハ1を取り出す。

【0035】この様に、半導体ウエハ1の回転速度に同期させ、複数の波長の干渉光の強度比率からその時点の膜厚を計測する作業を繰り返し、エッチングの終点予測を補正することによりエッチングの終了点を高精度に決定することができ、高精度のエッチングを行うことができる。

【0036】実施の形態4. 上記実施の形態3の場合において、半導体ウエハ1上に供給された処理液3によるエッチング終点検出器8から出射された光の乱反射が起こり干渉光10の計測に大きく影響を及ぼす場合について説明する。

【0037】図3において、エッチング終点検出器8が多波長光9を照射し干渉光10を測定する際に、処理液供給ノズル14からの処理液3の供給を一旦停止させて高速回転することにより、半導体ウエハ1上の処理液3を振り切った時点で計測を行う。このようにすれば処理液3の外乱を抑制でき、常に高感度の波長光を選択して計測することができる。したがって、高精度のエッチング終点予測が行えるので高精度のエッチング終点検出ができる。

【0038】

【発明の効果】以上のようにこの発明によれば、透光性を有する膜に多波長光を照射し、上記透光性を有する膜の表面と下地とからの反射光によって生じる干渉光の強度変化から、上記透光性を有する膜の膜厚を計測して上記透光性を有する膜のエッチング終了点の検出を行うようにしたので、エッチングの終了点を高精度に決定することができ、高精度のエッチングを再現性良く行うことができる。

【0039】また、半導体ウエハの回転速度に同期させて、記透光性を有する膜に多波長光を照射し、上記透光性を有する膜の表面と下地とからの反射光によって生じる干渉光の強度変化から、上記透光性を有する膜の膜厚を計測して上記透光性を有する膜のエッチング終了点の検出を行うようにしたので、エッチングの終了点を高

精度に決定することができ、高精度のエッチングを再現性良く行うことができる。

【0040】また、干渉光の強度変化から透光性を有する膜の膜厚を計測する際に、半導体ウエハ上の処理液を振り切って計測するようにしたので、処理液の外乱を抑制できる。

【0041】検出する干渉光の波長帯は、エッチング処理にかかる条件に応じて、あらかじめ複数の波長帯の組み合わせを設定しておき、さらに検出時において、検出条件の最良な波長帯を上記複数の波長帯から選出するようにしたので、より高精度にエッチング終了点を決定することができる。

【0042】エッチング終了点の検出は、時間を変化させて繰り返し行うようにしたので、エッチングレートの変化によるエッチング終了点の変動に対しても高精度なエッチング終点検出を行うことができる。

【0043】また、処理槽の厚みを計測して、複数の波長帯の組み合わせを設定するようにしたので、処理槽からの干渉光によってエッチング終了点の検出精度が低下するのを防止できる。

【0044】また、透光性を有する膜に多波長光を照射する光源と、上記透光性を有する膜の表面と下地とからの反射光によって生じる干渉光のうち、エッチング処理および検出にかかる条件により必要な波長帯を選出する光学フィルターと、上記干渉光の強度変化から検出時における上記透光性を有する膜の膜厚を計測する膜厚演算装置と、上記膜厚演算装置の検出膜厚と上記透光性を有する膜の初期膜厚とからエッチング終了点を検出するエッチング終了点演算装置と、を備えるようにしたので、エッチングの終了点を高精度に決定することができ、高精度のエッチングを再現性良く行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の一実施の形態のウェットエッチング処理装置の構成を示す断面図である。

【図2】 エッチング終点の予測方法を示す図である。

【図3】 この発明の一実施の形態のウェットエッチング処理装置の構成を示す断面図である。

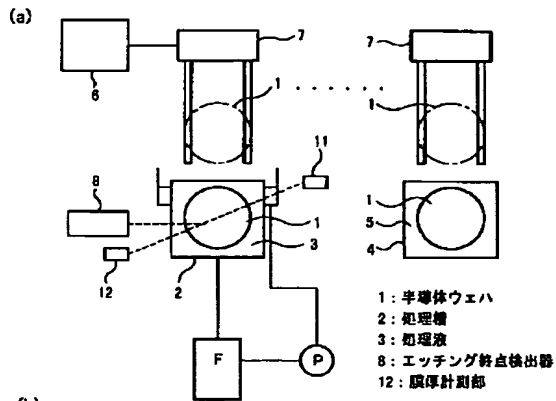
【図4】 エッチング終点の予測方法を示す図である。

【図5】 従来のウェットエッチング処理装置の構成を示す断面図である。

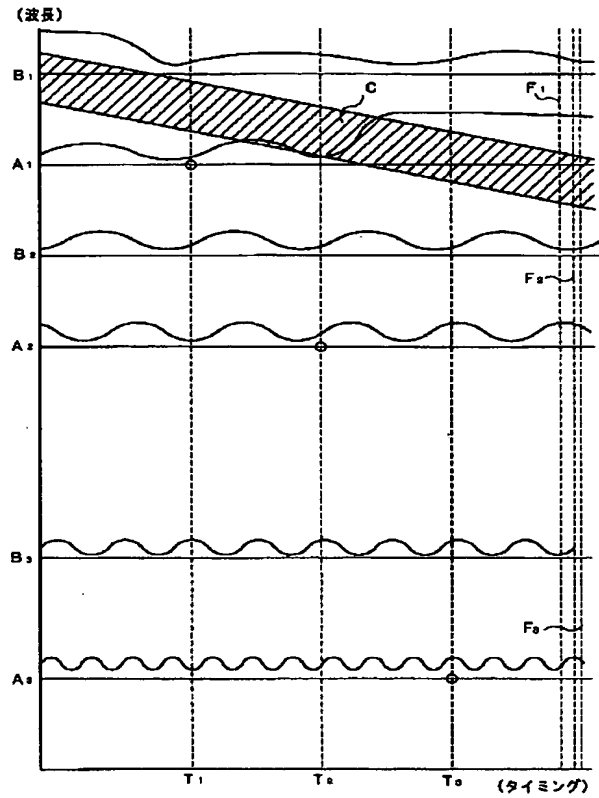
【符号の説明】

1 半導体ウエハ、1a 透光性を有する膜、2 処理槽、3 処理液、8 エッチング終点検出器、8a 光源、8b 光学フィルター、8c 膜厚演算装置、8d エッチング終了点演算装置、9 多波長光、10 干渉光、11 光源、12 膜厚計測部、13 ステージ、14 処理液供給ノズル。

【図1】



【図2】



【図3】

